

DEUTSCHES
PATENTAMT

(21) Aktenzeichen: P 35 46 116.0
 (22) Anmeldetag: 24. 12. 85
 (43) Offenlegungstag: 25. 6. 87

Behördenigentum

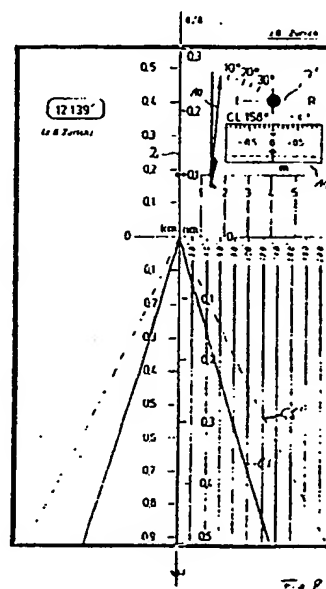
DE 3546116 A1

- | | |
|--|--|
| <p>(71) Anmelder:
Müller, Heinz, 3300 Braunschweig, DE</p> | <p>(72) Erfinder:
gleich Anmelder</p> |
| <p>(74) Vertreter:
Gramm, W., Prof.Dipl.-Ing.; Lins, E., Dipl.-Phys.,
Pat.-Anw., 3300 Braunschweig</p> | <p>(56) Recherchenergebnisse nach § 43 Abs. 1 PatG:
CH-Z: Interavia, Heft 6, S.548-549;
US-Z: Aviation Week & Space Technology,
December 13, 1982, S.96-99;
US-Z: Aviation Week & Space Technology,
January 10, 1977, S.548-549;</p> |

- 54 Verfahren zur Darstellung von Soll- und Istdaten des Flugzustandes vor und während der Landung für einen Piloten

Bei einem Verfahren zur Durchführung einer absoluten manuellen Blindlandung durch einen Piloten werden die Phasen des Landeanflugs wie folgt dargestellt:

1. Von dem flughafenfernen Punkt an (7,0 nm) bis zu einem vor dem Beginn der Landebahn liegenden landebahnnahen Punkt (0,5 nm) wird auf dem Bildschirm (1) ein Teil der Landebahn (3) sowie die zugehörige Center Line (CL) und eine die Höhenlage charakterisierende, im Winkel zu der CL stehende und diese am Punkt des Landebahnbeginns schneidende Linie (GS) dargestellt, wobei sich der Abbildungsmaßstab der Abstandsmarkierungen auf der CL sowie auf dem dargestellten Landebahnabschnitt (3) proportional zur Annäherung des Flugzeuges an die Landebahn vergrößert.
2. Von dem landebahnnahen Punkt (0,5 nm) bis zum Beginn der Landebahn bleibt der Maßstab fest, und es werden für GS Höhenlinien (8) eingeblendet.
3. Nach dem Erreichen der Landebahn (2) werden die Höhenlinien (9) im vergrößerten Maßstab abgebildet und eine Winkelanzeige (10) für die Längsneigung des Flugzeuges eingeblendet.



DE 35 46 116 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Patentansprüche

1. Verfahren zur Darstellung von Soll- und Ist-Daten des Flugzustandes vor und während der Landung für einen Piloten, bei dem ein Rechner Funkmeßdaten über Anflug-Grundlinie (CL) und abstandsgemäßer Gleitweg-Flughöhe (GS) auswertet und eine Anzeige (R, L, +, -; 4; 7) der qualitativen und quantitativen Ablage bezüglich des Kurses sowie der Höhenlage und eine Anzeige (10) der Längsneigung des Flugzeuges gegenüber der Horizontalen vorgenommen wird, dadurch gekennzeichnet, daß auf einem Bildschirm (1) die Phasen des Landeanflugs von dem Erreichen eines flughafenfernen Punktes im Bereich der Leitstrahlen (CL) und (GS) des Flughafens an wie folgt dargestellt werden:

1. Von dem flughafenfernen Punkt an (7,0 nm) bis zu einem vor dem Beginn der Landebahn liegenden landebahnnahen Punkt (0,5 nm) wird auf dem Bildschirm (1) ein Teil der Landebahn (3) sowie die zugehörige Center Line (CL) und eine die Höhenlage charakterisierende, im Winkel zu der CL stehende und diese am Punkt des Landebahnbeginns schneidende Linie (GS) dargestellt, wobei sich der Abbildungsmaßstab der Abstandmarkierungen auf der CL sowie auf dem dargestellten Landebahnabschnitt (3) proportional zur Annäherung des Flugzeuges an die Landebahn vergrößert und wobei auf der CL und GS am unteren Rand stehende Flugzeugsymbole die momentane Position charakterisieren.

2. Von dem landebahnnahen Punkt (0,5 nm) bis zum Beginn der Landebahn bleibt der Maßstab fest, und es werden für GS Höhenlinien (8) eingeblendet, die die Ablesung der momentanen Höhe ermöglichen, wobei sich das Flugzeugsymbol auf der CL und auf der GS bewegt.

3. Nach dem Erreichen der Landebahn (2) bewegt sich das Flugzeugsymbol (3) auf der Landebahnlinie (2) bis zu einem Festpunkt (0,1 nm), an dem das Flugzeugsymbol (3) stehenbleibt und sich anschließend die Landebahnmarkierungen auf das Flugzeugsymbol zubewegen, wobei die Höhenlinien (9) im vergrößerten Maßstab abgebildet sind und eine Winkelanzeige (10) für die Längsneigung des Flugzeuges eingeblendet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Linien (GS) symmetrisch zur CL vorgesehen sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Bildschirm (1) die quantitativen Daten (4) zu den Soll- und Ist-Werten einblendbar sind.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Bildschirm (1) ein Zielsystem (7) abbildbar ist, in dem der Sollkurs und der Istkurs als zweidimensionale Koordinatenkreuze (5, 6) übereinander eingeblendet werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhenlinien (8, 9) als äquidistante zur CL parallele Linien eingeblendet werden.

det werden.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Höhenlinien (8) vor dem Landebahnbeginn mit einem kleineren Maßstab als die Höhenlinien (9) hinter dem Landebahnbeginn abgebildet werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Höhenlinien (9) hinter dem Landebahnbeginn bis zu dem Punkt (0,1 nm) auf CL erstrecken, an dem das Flugzeugsymbol (3) stehenbleibt, und daß im Anschluß daran eine Winkelzeigerdarstellung (10) für die Längsneigung des Flugzeuges eingeblendet wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß in den Bildschirm für die Phase kurz vor und während der Landung eine Anzeige (11) eines Präzisionskreiselgeräts mit einer Anzeigegenauigkeit von wenigstens $1/10^\circ$ eingeblendet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß in der Anzeige ein ggf. erforderlicher Vorhaltwinkel rechnerisch berücksichtigt worden ist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß an den Flugzeugsymbolen (3) Zeichen (R, L, +, -) für die qualitative Ablage des betreffenden Ist-Wertes von dem Soll-Wert eingeblendet werden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Maßstabsvergrößerung für die Darstellung der ersten Phase kontinuierlich erfolgt.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Darstellung von Soll- und Ist-Daten des Flugzustandes vor und während der Landung für einen Piloten, bei dem ein Rechner Funkmeßdaten über Anflug-Grundlinie und abstandsgemäßer Gleitweg-Flughöhe auswertet, und eine Anzeige der qualitativen und quantitativen Ablage bezüglich des Kurses (Center Line CL) sowie der Höhenlage (Glide Slope GS) und einer Anzeige der Längsneigung des Flugzeuges gegenüber der Horizontalen vorgenommen wird.

Bereits in den dreißiger und vierziger Jahren dieses Jahrhunderts ist versucht worden, Piloten eine Landung zu ermöglichen, wenn eine nur minimale Sichtmöglichkeit gegeben ist. Durch übermittelte Funkmeßdaten konnten derartige Landungen durchgeführt werden. Voraussetzung war jedoch ein fehlerfreies Zusammenspiel zwischen einer Mehrzahl von Ingenieuren, Fluglotsen, Bordingenieuren und Piloten, also von Bodenstation und Besatzung. Die dabei verwendeten Methoden sind für die Breite der allgemeinen Fliegerei nicht anwendbar.

Die Weiterentwicklung der meßtechnischen Möglichkeiten durch Radar führte dazu, das Anflugverfahren vom Boden aus zu kontrollieren. Ein prinzipieller Nachteil dieses Verfahrens besteht darin, daß der Pilot nur auf Sprechfunkdurchsagen angewiesen ist und daher selbst keine Übersicht hat.

Ein diesen Nachteil prinzipiell vermeidendes Verfahren ist das ILS-Verfahren, bei dem das Flugzeug auf zwei Leitstrahlen geführt wird. Der eine Leitstrahl CL gibt den Landekurs an, also die horizontale Ausrichtung, während der andere Leitstrahl GS den Gleitweg kennzeichnet, also den vertikalen Verlauf des Flugzeuges.

tikale Komponente des Anfluges. Die Anzeige der Ablagen erfolgt über ein Mehrfach-Anzeigeelement, das etwaige Ablagen rein qualitativ anzeigt. Die dabei zwangsläufig auftretenden Übersteuerungen führen zu einer Annäherung an die Center Line in Schlangenlinien. Durch integrierte Flugsysteme (IFS) konnte dieser Nachteil schließlich vermieden werden. Dabei ermittelt ein Bordrechner kontinuierlich die quantitativen Abwägungen, so daß eine asymptotische Ansteuerung an den Soll-Kurs möglich ist.

In der Praxis wird mit IFS für den Anflug gearbeitet. Die Durchführung einer Landung ohne Sichtbedingungen ist jedoch nicht möglich. Bis heute werden daher unter schlechten Sichtbedingungen (Sichtweite weniger als 0,75 bis 1,0 nm bzw. 200 bis 300' Höhe) keine Landungen durchgeführt, sondern Ausweichflughäfen angefliegen.

Die Entwicklungsbestrebungen gehen seit mehreren Jahren dahin, für ein Blindlandesystem den Menschen auszuschalten und die Landung vollautomatisch — bodengesteuert bzw. bordgesteuert — durchzuführen. Es hat sich dabei gezeigt, daß die Erfassung der hierfür erforderlichen Meßdaten nicht problematisch ist, daß aber die Steuerung außerordentlich komplex ist und erhebliche Schwierigkeiten aufwirft. Mit Experimentalflugzeugen sind erfolgreich vollautomatische Landungen ohne Eingriff des Piloten durchgeführt worden. An einen Einsatz für die allgemeine Luftfahrt ist jedoch aus Kostengründen noch lange nicht zu denken.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß ein praktisches und wirtschaftlich zu realisierendes Blindlandesystem für absehbare Zeit ohne die komplexen Steuerfähigkeiten eines Piloten nicht realisierbar ist. Durch eingehende Analyse und jahrelange theoretische und praktische Beschäftigung mit Schlecht-Wetter-Landungen konnte die Erkenntnis gewonnen werden, daß eine absolute Blindlandung ohne irgendeine Sicht möglich ist, wenn dem Piloten mit Hilfe der Instrumente ein Eindruck vermittelt wird, der seinen Eindrücken bei einer Sichtlandung entspricht und in ihm instinktive richtige Reaktionen auslöst.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs erwähnten Art anzugeben, das mit Hilfe von an Bord befindlichen Geräten eine Blindlandung durch manuelle Steuerung durch den Piloten ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß auf einem Bildschirm die Phasen des Landeanflugs von dem Erreichen eines flughafenfernen Punktes im Bereich der Leitstrahlen *CL* und *GS* des Flughafens an wie folgt dargestellt werden:

1. Von dem flughafenfernen Punkt an bis zu einem vor dem Beginn der Landebahn liegenden landebahnnahe Punkt wird auf dem Bildschirm ein Teil der Landebahn sowie die zugehörige Center Line (*CL*) und eine die Höhenlage charakterisierende, im Winkel zu der *CL* stehende und diese am Punkt des Landbahnbeginns schneidende Linie (*GS*) darstellt, wobei sich der Abbildungsmaßstab der Abstandsmarkierungen auf der *CL* sowie auf dem dargestellten Landebahnabschnitt proportional zur Annäherung des Flugzeuges an die Landebahn vergrößert und wobei auf der *CL* und *GS* am unteren Rand stehende Flugzeugsymbole die momentane Position charakterisieren;
2. von dem landebahnnahe Punkt bis zum Beginn der Landebahn bleibt der Maßstab fest, und es wer-

den für *GS* Höhenlinien eingeblendet, die die Ableitung der momentanen Höhe ermöglichen, wobei sich das Flugzeugsymbol auf der *CL* und auf der *GS* bewegt;

3. nach Erreichen der Landebahn bewegt sich das Flugzeugsymbol auf der Landebahnlinie bis zu einem Festpunkt, an dem das Flugzeugsymbol stehenbleibt, so daß sich anschließend die Landebahnmarkierungen auf das Flugzeugsymbol zubewegen, wobei die Höhenlinien im vergrößerten Maßstab abgebildet sind und eine Winkelanzeige für die Längsneigung des Flugzeugs eingeblendet wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren erstellt eine Anzeige auf dem Bildschirm, die dem Piloten ähnliche Eindrücke vermittelt wie ein Sichtanflug und daher eine eingeschliffene Reaktion des Piloten ermöglicht. Der vorliegenden Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß die bisherigen Instrumentenanzeigen eine Blindlandung bereits deswegen unmöglich machten, weil sie von dem Piloten eine Übersetzung abstrakter Daten in seine gewohnte Vorstellungswelt erforderten. Diese Übersetzung geschieht zu zeitaufwendig und ungenau und erlaubt keine schnelle Reaktion des Piloten, die in der Landephase aber unbedingt erforderlich ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren verwendet Anzeigen in drei Phasen. Die erste Phase beginnt von einem flugplatzfernen Punkt, der aber bereits im Bereich der Leitstrahlen *CL* und *GS* liegt. In den Rechner des Flugzeugs müssen die erforderlichen Flugplatzdaten eingegeben sein, nämlich

- Länge und Breite der Landebahn
- Abstand des Kurswegsenders *CL* vom Landebahn-Nullpunkt
- der vorgeschriebene Gleitwinkel vom Nullpunkt aus
- der Abstand von Funkfeuern *MM* (Middle Marker), *OM* (Outer Marker) und gegebenenfalls weiterer Funkfeuer auf *CL* vom Nullpunkt der Landebahn aus
- die vorgeschriebene Anflughöhe bis zum Schnittpunkt mit dem Gleitweg *GS* im dementsprechenden Abstand.

Der letztgenannte Schnittpunkt der vorgeschriebenen Anflughöhe mit dem Leitstrahl *GS* liegt vorzugsweise — in Anflugrichtung gesehen — hinter dem flugplatzfernen Punkt, an dem die erste Phase der Darstellung auf dem Bildschirm beginnt. In dieser Phase vergrößert sich der Maßstab kontinuierlich umgekehrt proportional mit dem Abstand von dem Landebahn-Nullpunkt. Die im Winkel zu der Center Line *CL* stehende Linie *GS* und die fortlaufende, vorzugsweise kontinuierliche Maßstabsvergrößerung bewirken einen Eindruck einer projektiven Abbildung auf den Beginn (Nullpunkt) der Landebahn hin. Dieser Eindruck wird noch verstärkt, wenn in einer bevorzugten Ausführungsform die Linie *GS* zweimal eingeblendet wird, und zwar symmetrisch zu der Center Line *CL*, so daß der Eindruck einer projektiven Abbildung vervollkommen wird.

Die Abweichungen des Ist-Wertes von dem Soll-Wert werden in der Abbildung durch an den Flugzeugsymbolen eingeblendete Zeichen qualitativ (links, rechts, plus, minus) eingeblendet. Will sich der Pilot über die Größe der Abweichung vergewissern, kann er in einer bevorzugten Ausführungsform die quantitativen Daten in den Bildschirm einblenden, und zwar an einer Stelle, die sich neben der Abbildung eines Landebahnstückes befindet und daher durch die beschriebene Darstellung nicht belegt ist.

Nähert sich das Flugzeug auf diese Weise einem lan-

debahnnahen Punkt, beispielsweise 0,5 nm (Nautische Meilen) von dem Landebahn-Nullpunkt entfernt, beginnt die zweite Phase der Abbildung. In dieser Phase wird der Maßstab nicht mehr verändert, sondern der Maßstab bleibt konstant. Dies ermöglicht die Einblendung von Höhenlinien vor dem Landebahn-Nullpunkt, vorzugsweise in Form von äquidistanten, zur Center Line *CL* parallelen Linien. Auf diese Weise kann der Pilot auf der Linie *GS* unmittelbar ablesen, welche Höhe über Grund er gerade hat, wenn er dem Leitstrahl *GS* ohne Abweichung folgt. Durch den Eindruck der projektiven Darstellung kann der Pilot mit großer Sicherheit den Punkt bestimmen, an dem er das Flugzeug aus dem Sinkflug abläßt und so mit nur geringem Höhenverlust über der Landebahn gleiten läßt. Ohne Umschaltung des Maßstabes beginnt auf diese Weise die dritte Phase der Anzeige. In dieser Phase wird der Maßstab der Höhenlinien hinter dem Landebahn-Nullpunkt umgeschaltet, und zwar vorzugsweise mit dem Faktor 1:10, so daß die Höhenangaben nunmehr in Metern ablesbar sind. Zusätzlich wird in dieser Phase über Höhenlinien eine Winkelzeigerdarstellung für die Längsneigung des Flugzeugs zur Horizontalen eingeblendet. Durch die erfindungsgemäß kombinierte Längsneigungsanzeige in unmittelbarer Verbindung mit der angezeigten Präzisionshöhe wird der Pilot also von einer zusätzlichen Überwachung der aktuellen Fluggeschwindigkeit mit samt Anstellwinkel entlastet. In einer bevorzugten Ausführungsform wird in den Bildschirm für die Phase kurz vor und während der Landung eine Anzeige eines Präzisionskreiselgeräts mit einer Anzeigegenauigkeit von wenigstens $1/10^\circ$ eingeblendet. Die geforderte Anzeigegenauigkeit läßt sich beispielsweise durch einen Laserkreisel realisieren. Daher kann ein aufgrund von Seitenwind erforderlicher Vorhaltwinkel bereits berücksichtigt sein, der allerdings kurz vor der Landung eliminiert werden muß. Mit der so beschriebenen Kurzanzeige auf dem Bildschirm verfügt der Pilot somit auf einen Blick über alle für die Blindlandung erforderlichen Daten in einer unmittelbar anschaulichen Weise. Das Aufnehmen der Daten durch den Piloten erfordert daher keine zwischengeschaltete Verstandestätigkeit, sondern kann auch unbewußt erfolgen und somit mit einem gewissen Automatismus ablaufen. Der Pilot verfügt über die Informationen, die er auch beim Sichtflug aufnimmt und für die Durchführung einer Landung benötigt.

Zur Erleichterung der Ablesung kann es vorteilhaft sein, wenn in den Bildschirm noch eine Zielanzeige eingeblendet wird, in der die *CL*- und *GS*-Soll- und Istdaten als zwei voneinander unabhängige Koordinatenkreuze übereinander eingeblendet werden.

Durch ein unterlegtes Koordinatengitter kann auf diese Weise sowohl eine quantitative als auch eine qualitative Information über die ermittelte Ablage von den Soll-Daten dargestellt werden.

Es ist ohne weiteres erkennbar, daß sich das erfindungsgemäße Verfahren nicht nur für einen tatsächlichen Landeanflug, sondern auch für eine Simulation eignet, um Blindflüge und Blindlandungen wirtschaftlicher als bisher und völlig risikofrei trainieren zu können.

Die Erfindung soll im folgenden anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 — eine Darstellung des Beginns der auf dem Bildschirm dargestellten Anflugphase für einen Anflug auf den Flughafen Zürich in der Position 7,0 nm Abstand vom Landebahn-Nullpunkt;

Fig. 2 — eine Darstellung gemäß Fig. 1 in der Posi-

tion 3,0 nm;

Fig. 3 — eine Abbildung gemäß Fig. 1 in der Position 0,5 nm;

Fig. 4 — eine Abbildung ähnlich Fig. 1, jedoch in allgemein gültiger Form, mit verkürzter Landebahn und mit eingeblendeten Korrekturzeichen;

Fig. 5 — eine Abbildung gemäß Fig. 4, jedoch für die Position 3,0 nm;

Fig. 6 — eine Abbildung gemäß Fig. 4, jedoch für die Position 0,5 nm, mit eingeblendeten Korrekturzeichen und eingeblendeten Höhenlinien;

Fig. 7 — eine Abbildung der Darstellung auf dem Bildschirm für die Position 0,4 nm mit maßstabsgenau eingeblendeten Höhenlinien;

Fig. 8 — eine Darstellung für eine Position des Flugzeugs über der Landebahn 0,1 nm hinter dem Landebahn-Nullpunkt mit im Maßstab umgeschalteten Höhenlinien hinter dem Landebahn-Nullpunkt und einer Winkelanzeige für die Längsneigung des Flugzeugs.

Fig. 1 zeigt das Anzeigefeld eines Bildschirms 1, dessen Anzeigen von einem Rechner gesteuert werden. In dem Rechner sind im vorliegenden Beispiel die Daten für den Flughafen Zürich eingegeben worden. Diese Daten sind Länge der Landebahn (12 139'), Breite der Landebahn, Abstand des Kurswegsenders *CL* vom Landebahn-Nullpunkt (ca. 2 nm), der vorgeschriebene Gleitwinkel vom Landebahn-Nullpunkt aus (entspricht Winkel des Leitstrahls *GS* ($3,0^\circ$)), vorgeschriebene Anflughöhe (2 086'), Schnittpunkt der vorgeschriebenen Anflughöhe mit dem Leitstrahl *GS* im Abstand von 6,547 nm auf der Center Line *CL* von dem Landebahn-Nullpunkt entfernt.

In Fig. 1 ist auf dem Bildschirm die ganze Länge der Landebahn 2 dargestellt, in deren Verlängerung nach vorne die Center Line *CL* eingeblendet ist. Symmetrisch zu der Center Line *CL*, die ebenso wie die Landebahn 2 Abstandsmarkierungen in km und in nm trägt, sind im spitzen Winkel von 15° zur Center Line *CL* zwei Linien *GS* dargestellt, die den Leitstrahl Glide Slope symbolisieren.

In den Bildschirm 1 sind Flugzeugsymbole 3 eingeblendet, die sich in Fig. 1 auf der Position 7,0 nm befinden. Da das Flugzeug in dieser Position noch auf der vorgeschriebenen Anflughöhe 2 086' fliegt, befindet es sich unterhalb des Strahls *GS*, was in Fig. 1 entsprechend verdeutlicht ist. Nach Erreichen des Abstandes 6,547 nm befinden sich die Flugzeugsymbole auf den Linien *CL* bzw. *GS*. Dies ist in Fig. 2 für die Position 3,0 nm dargestellt. Entsprechend der Annäherung des Flugzeugs an den Landebahn-Nullpunkt hat sich der Maßstab von 1:85.000 in Fig. 1 (bei einer Bildschirmgröße von 200 mm) auf 1:48.000 in Fig. 2, also um das 1,77-fache, vergrößert. Dementsprechend weisen die Abstandsmarkierungen auf der Center Line *CL* und auf der Landebahn 2 einen größeren Abstand voneinander auf. Durch die amtlich vielfach noch in Fuß angegebenen Landebahnabmessungen kann es zweckmäßig sein, die Abstandsangabe auf der Landebahn auch oder nur in Fuß (*ft*) anzugeben, wie dies in Fig. 2 geschehen ist.

Bei einer weiteren Annäherung wird die Position 0,5 auf der Center Line erreicht, die in Fig. 3 dargestellt ist. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel beträgt der Maßstab nun 1:25.000, also das 3,4-fache des Maßstabs aus Fig. 1, wodurch die Landebahn 2 einen relativ großen Teil des Bildschirms 1 einnimmt.

Die einzelnen Phasen der Anzeige werden anhand der Fig. 4 bis 8 mit einer für alle Flughäfen allgemeingültigen Darstellung näher verdeutlicht.

Wie in Fig. 1 ist in Fig. 4 die Position 7,0 nm dargestellt. In diesem Fall ist angenommen, daß sich das Flugzeug gegenüber dem Leitstrahl GS um 0,2° zu hoch befindet und daß auf der Center Line eine seitliche Abweichung nach links um 0,30° vorliegt. Diese Abweichungsdaten können in den Bildschirm 1 vom Piloten oben links als quantitative Abweichungsanzeige 4 eingeblendet werden. Diese Anzeige enthält neben den Angaben in Winkelgrad auch noch die absolute Angabe in Fuß. Entsprechend der angenommenen Abweichung sind an den Flugzeugsymbolen 3 auf der Center Line das Symbol L für eine Abweichung nach links und auf der Glide Slope GS das Symbol + für eine zu große Höhe eingeblendet, was vorzugsweise in Form eingeblendeter Blinksignale geschieht.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist in den Bildschirm 1 ferner ein Zielsystem eingeblendet, das ein feststehendes Soll-Koordinatenkreuz 5 und darüber geschrieben ein veränderliches Ist-Koordinatenkreuz 6 aufweist. Diese Zielanzeige 7 ermöglicht sowohl ein sofortiges Erkennen der qualitativen Ablage des Flugzeuges von den Soll-Daten als auch eine quantitative Lesung etwaiger Ablagewerte aufgrund eines eingeblendeten Soll-Koordinatengitters 8. Abweichungen nach links oder rechts (L oder R) oder oben bzw. unten (+, -) sind für den Piloten an dieser Zielanzeige 7 sofort erkennbar.

In Fig. 5 ist der Bildschirm mit den Anzeigen für die Position 3,0 nm dargestellt. In diesem Ausführungsbeispiel liegt keine Ablage von der Center Line vor, d. h. der Azimut-Ist-Wert entspricht dem Soll-Wert. Lediglich bezüglich der Höhenlage soll eine Abweichung um 0,10° nach oben (entsprechend 32') vorliegen. Diese Daten sind an der einblendbaren Anzeige 4 ablesbar. Sie werden an der Zielanzeige 7 qualitativ und quantitativ für den Piloten mit einem Blick erkennbar. Eine qualitative Anzeige ergibt sich ferner durch das eingeblendete + - Zeichen an den Flugzeugsymbolen 3 auf den Linien GS.

Von der Position 0,5 nm an wird gemäß Fig. 6 mit einem festen Abbildungsmaßstab gearbeitet. In dem Bereich zwischen der Position 0,5 nm und dem Landebahn-Nullpunkt sind in Fig. 6 parallele, zueinander äquidistante Höhenlinien 8 eingeblendet, die parallel zur Center Line CL verlaufen. Fig. 6 ist mit den Höhenlinien und maßstabsgemäßen GS-Darstellungen ohne jeden praktischen Wert und dient nur zur Demonstration, daß eine Maßstabslösung mit den festen Bildschirmdaten 1,0 nm Landebahnlänge sowie 0,2 nm Bildschirmrand gemäß Fig. 4 und 5 unbrauchbar ist und daß eine brauchbare Maßstabslösung anders aussehen muß.

Fig. 7 verdeutlicht die Anzeigephase in dem Bereich zwischen dem Abstand 0,5 nm vor dem Landebahn-Nullpunkt bis zum Bereich 0,1 nm hinter dem Landebahn-Nullpunkt, also über der Landebahn 3.

Während bisher die Flugzeugsymbole 3 am unteren Bildrand eingeblendet waren und sich im wesentlichen die Markierungen auf der Center Line sowie der Landebahn-Nullpunkt auf das Flugzeugsymbol 3 zubewegten, wandert nun das Flugzeugsymbol auf der Center Line in Richtung auf den Landebahn-Nullpunkt und ebenso auf der Linie GS. Durch die eingeblendeten Höhenlinien 8 läßt sich unmittelbar die Flughöhe in Fuß ablesen. Darüber hinaus werden weiterhin durch die Anzeigen 4 und 7 die erforderlichen Korrekturdaten sichtbar gemacht.

Diese Phase der Anzeige erstreckt sich bis zum Punkt 0,1 über der Landebahn 3. Dort bleibt das Flugzeugsymbol stehen. Die Höhenlinien jenseits des Landebahn-

Nullpunktes, also im Bereich der Landebahn 3 werden im Maßstab umgeschaltet, beispielsweise um den Faktor 10. Diese Höhenlinien 9 ermöglichen eine Ablesung der Flughöhe in wenigen Metern.

Unter der Zielanzeige 7 ist in Fig. 7 eine Anzeige 11 eines Präzisionskreiselgeräts, vorzugsweise eines Laserkreisels, eingeblendet, die eine Anzeigegenauigkeit von weniger als 0,1° aufweist und somit die genaue Ausrichtung des Flugzeugs kurz vor und während der Landung ermöglicht.

Da das Flugzeugsymbol in der in Fig. 8 verdeutlichten Anzeigephase an dem Punkt 0,1 stehenbleibt, werden nunmehr in den Bildschirm 1 links von der Landebahndarstellung die bei der Landung bzw. dem Ausrollen vorbeiziehenden, vom Nullpunkt an zählenden Landebahnstrecken in Fuß bzw. Meter numerisch angezeigt. Durch die links oben eingeblendeten, zuvor in den Rechner eingespeicherte gesamte Landebahnlänge hat der Pilot daraufhin eine genaue Kontrolle darüber, wieviel Landebahnstrecke er schon verbraucht hat und wieviel ihm bis Platzende noch verbleibt. Die ab Landebahn-Nullpunkt maßstäblich zehnfach vergrößerten Höhenlinien 9 enden an dem Punkt 0,1 nm über der Landebahn 3 und erlauben durch ein eingeblendetes Flugzeugsymbol die Ablesung der momentanen Höhe (in Fig. 8: 1,4 m). An diese Höhenlinie 9 schließt sich eine Winkel-Zeigerdarstellung 10 an, die die Längsneigung des Flugzeugs verdeutlicht. Wie oben bereits erläutert, ist es in der letzten Phase möglich, die Abstandsmarken der Landebahn 3 am Flugzeugsymbol entsprechend der Bewegung des Flugzeuges vorbeiziehen zu lassen, um so den dem Piloten bekannten Eindruck beim Rollen über die Landebahn zu vermitteln. Die Einblendung der bei der Landung und beim Ausrollen vorbeiziehenden Landebahnstrecken (Markierungen in Fuß bzw. Meter) ist erforderlich, weil auf dem Bildschirm 1 nicht die gesamte Länge der Landebahn dargestellt werden kann.

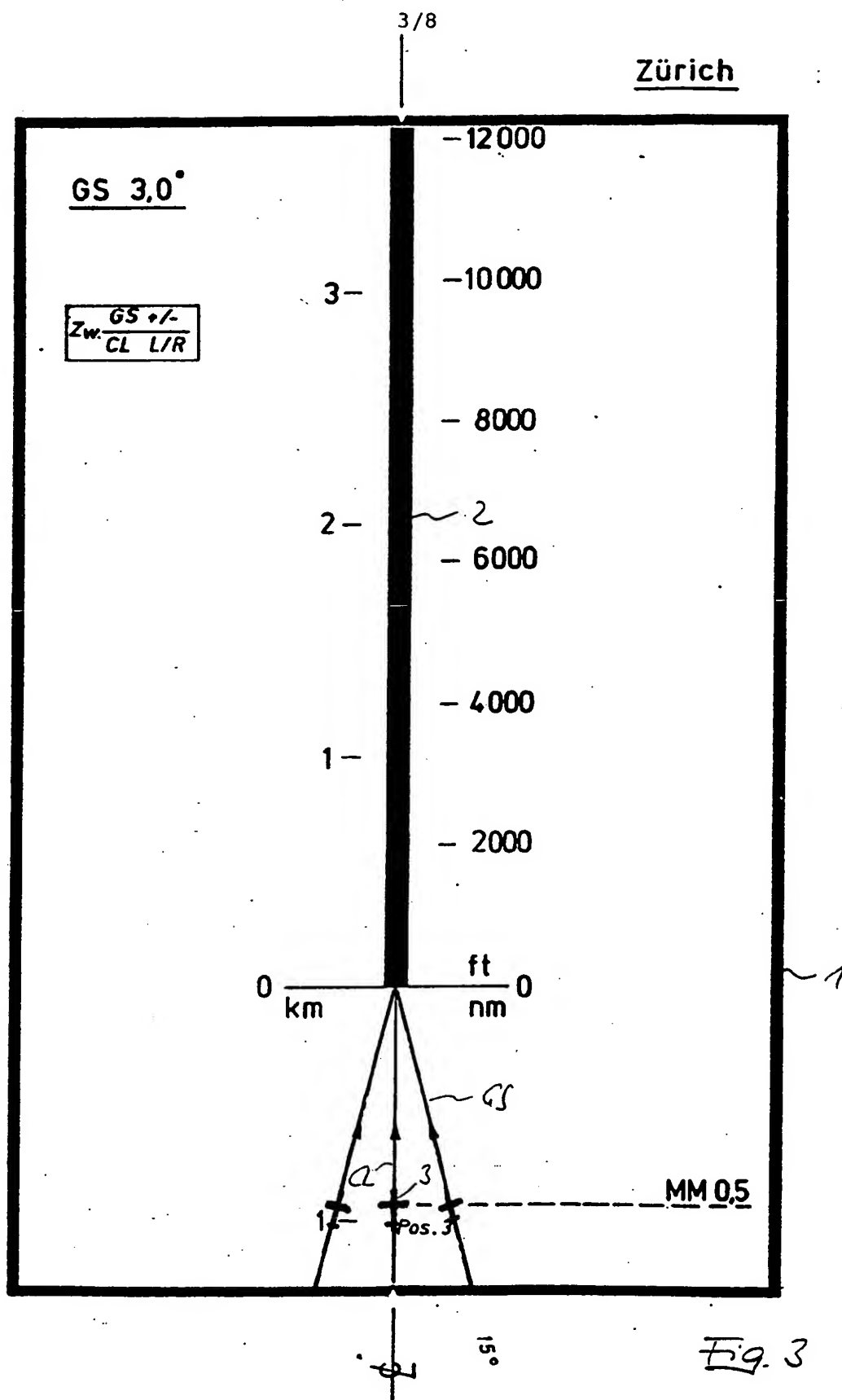
Da in der Anzeige der Fig. 8 die wesentlichen Ablesungen oben rechts auf dem Bildschirm 1 erfolgen müssen, wird die Anzeige 11 des Laserkreisels in dem Bereich der Winkelanzeige eingeblendet. Da die Zielanzeige 7 aufgrund der in Fig. 8 eingeblendeten, maßstabsvergrößerten Höhenlinien 9 für die Höhenanzeige ihre Bedeutung verloren hat, wird auf der Anzeige 11 eine nur noch die seitliche Abweichung charakterisierende Zielanzeige 7' eingeblendet.

Die Fig. 7 und 8 enthalten noch jeweils eine zweite Linie GS', die steiler steht und somit einen steileren Anflugwinkel, hier 4,00°, symbolisiert.

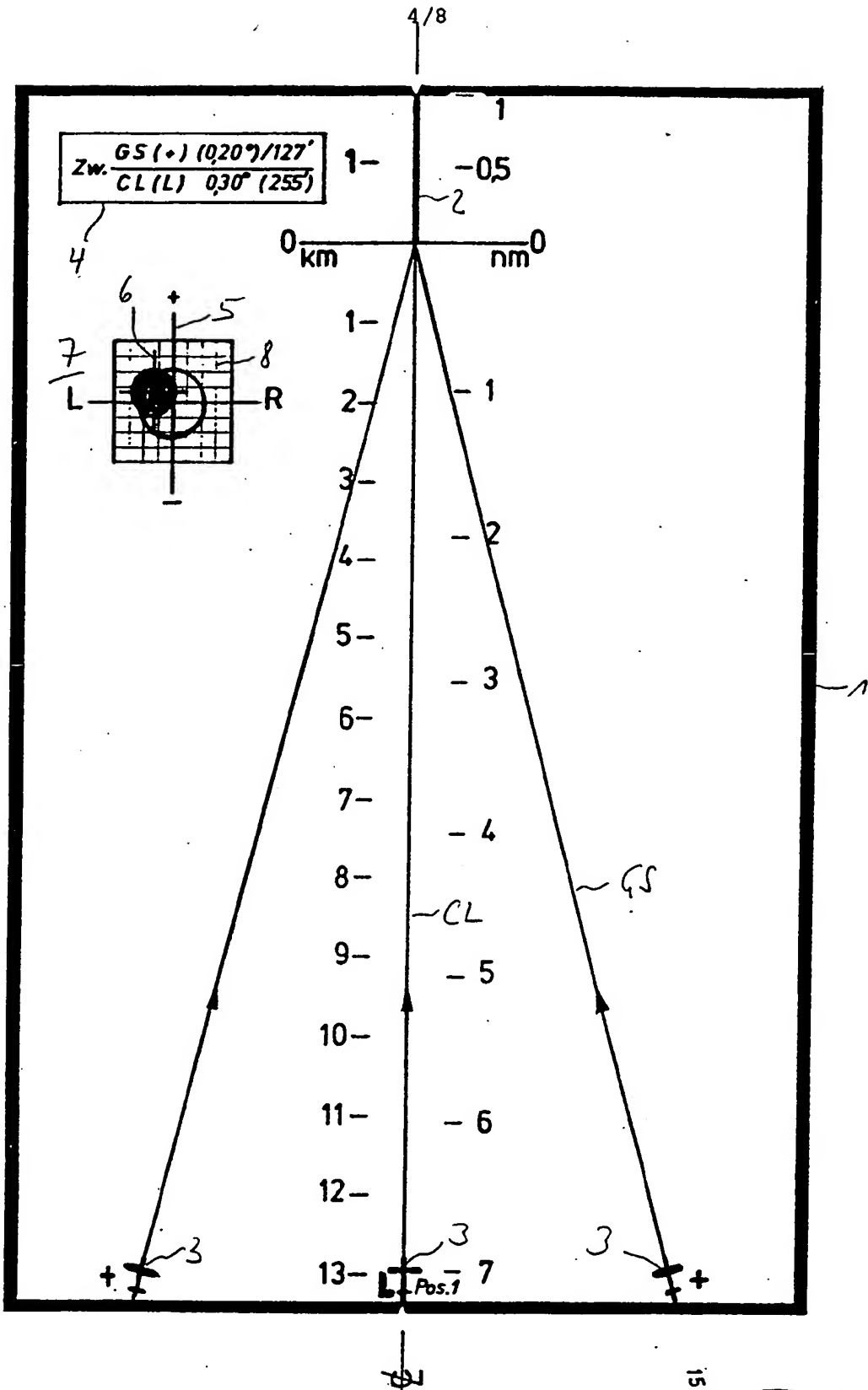
Zur Positionierung des Flugzeugsymbols 3 in der Darstellung der ersten Anflugphase (Position 7,0 bis Position 0,5 nm) wird in den Rechner ein fester Zugabewert eingegeben, der bewirkt, daß das Flugzeugsymbol auf dem Bildschirm erscheint. Da der feste Zugabewert ebenfalls einer Maßstabsvergrößerung unterliegt, wandert das Flugzeugsymbol im Zuge der Maßstabsvergrößerung kontinuierlich etwas in Richtung auf das Zentrum des Bildschirms 1.

- Leerseite -

5546116



24-10-85



24 12 00

0070110

5/8

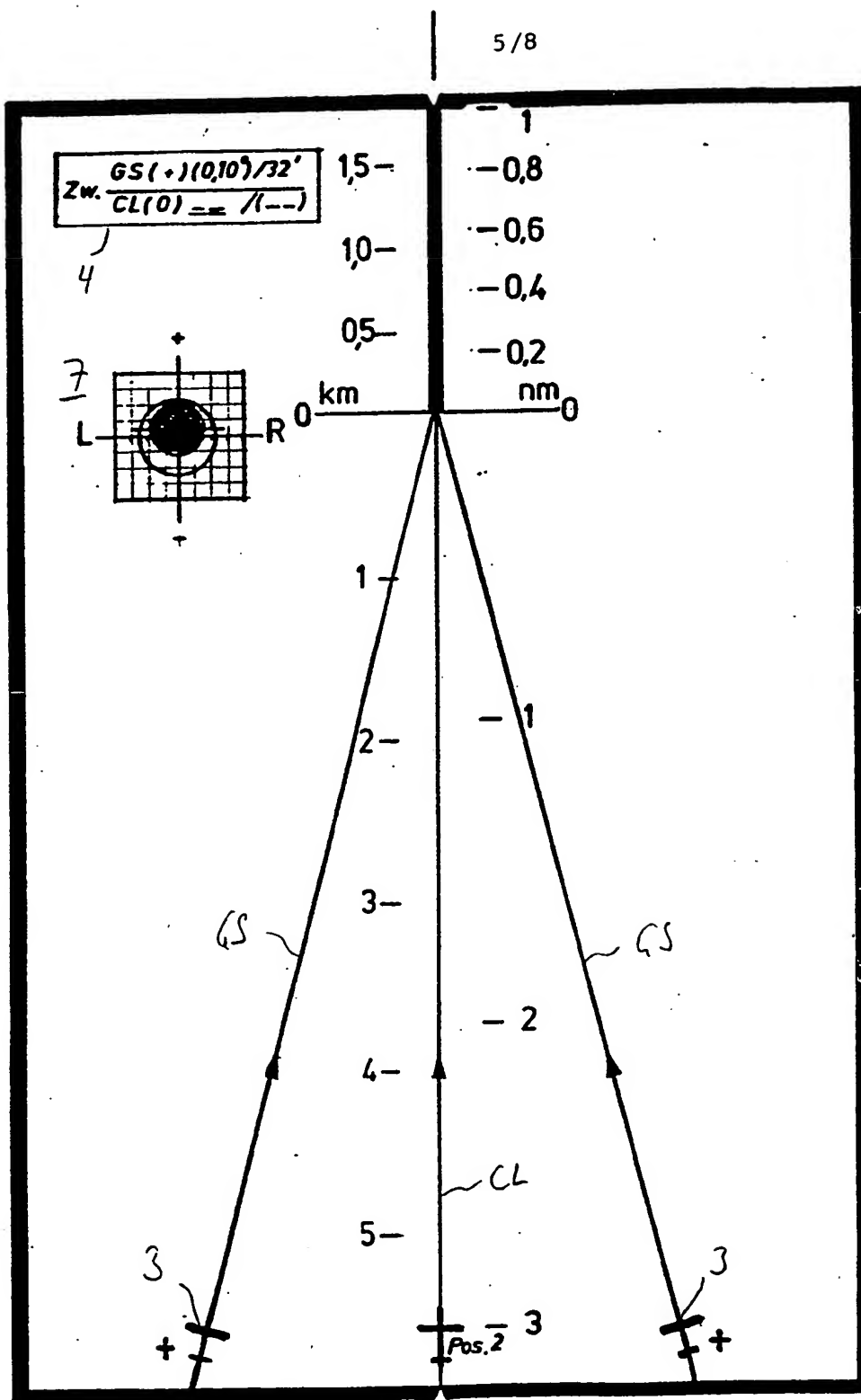
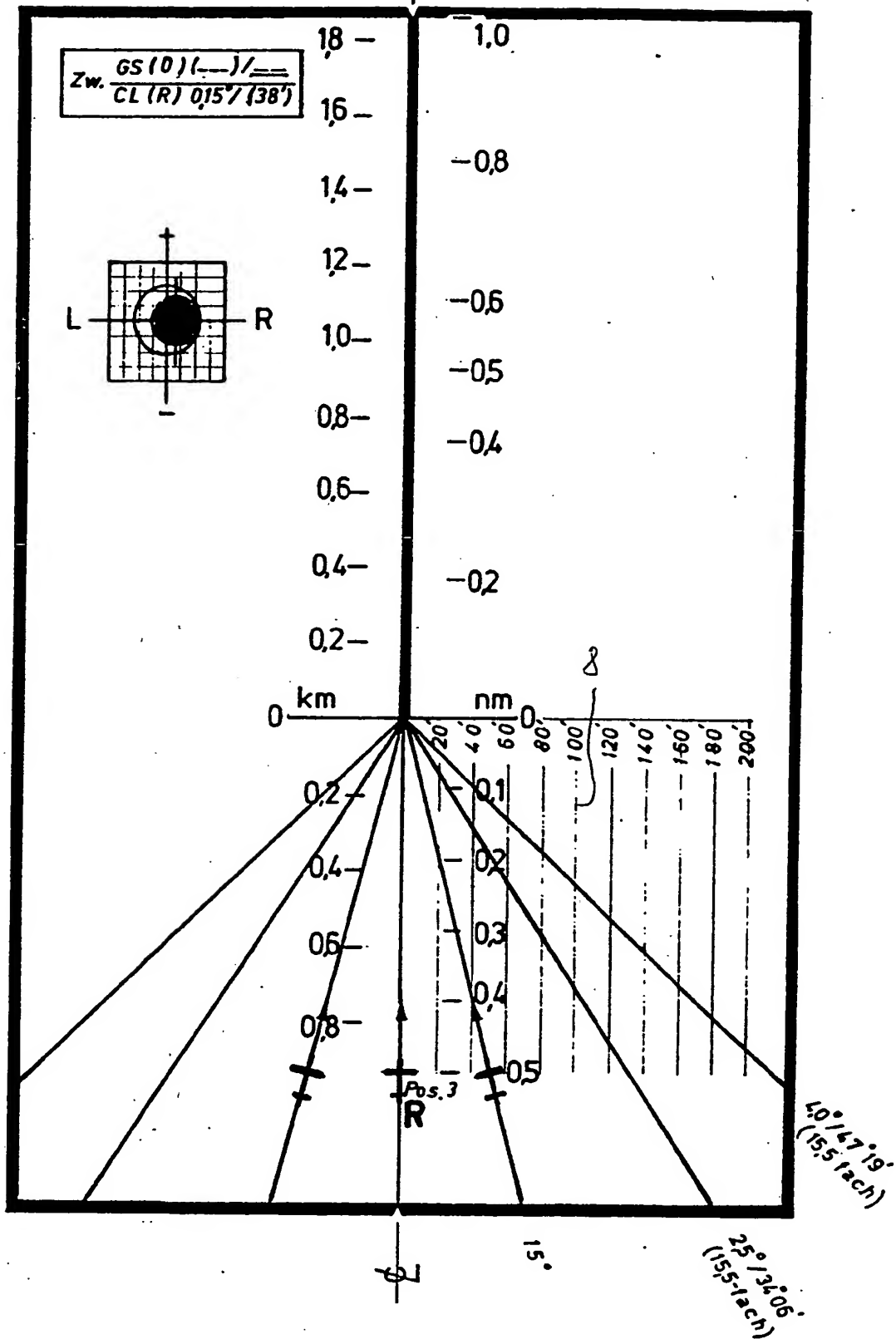


Fig 5

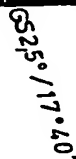
ORIGINAL INCORRECTED

6 / 8



778

z.B. Zürich



4,000.127.00

Fig. 7

ORIGINAL INSPECTED

24-10-85

3546116

8/8

z.B. Zürich

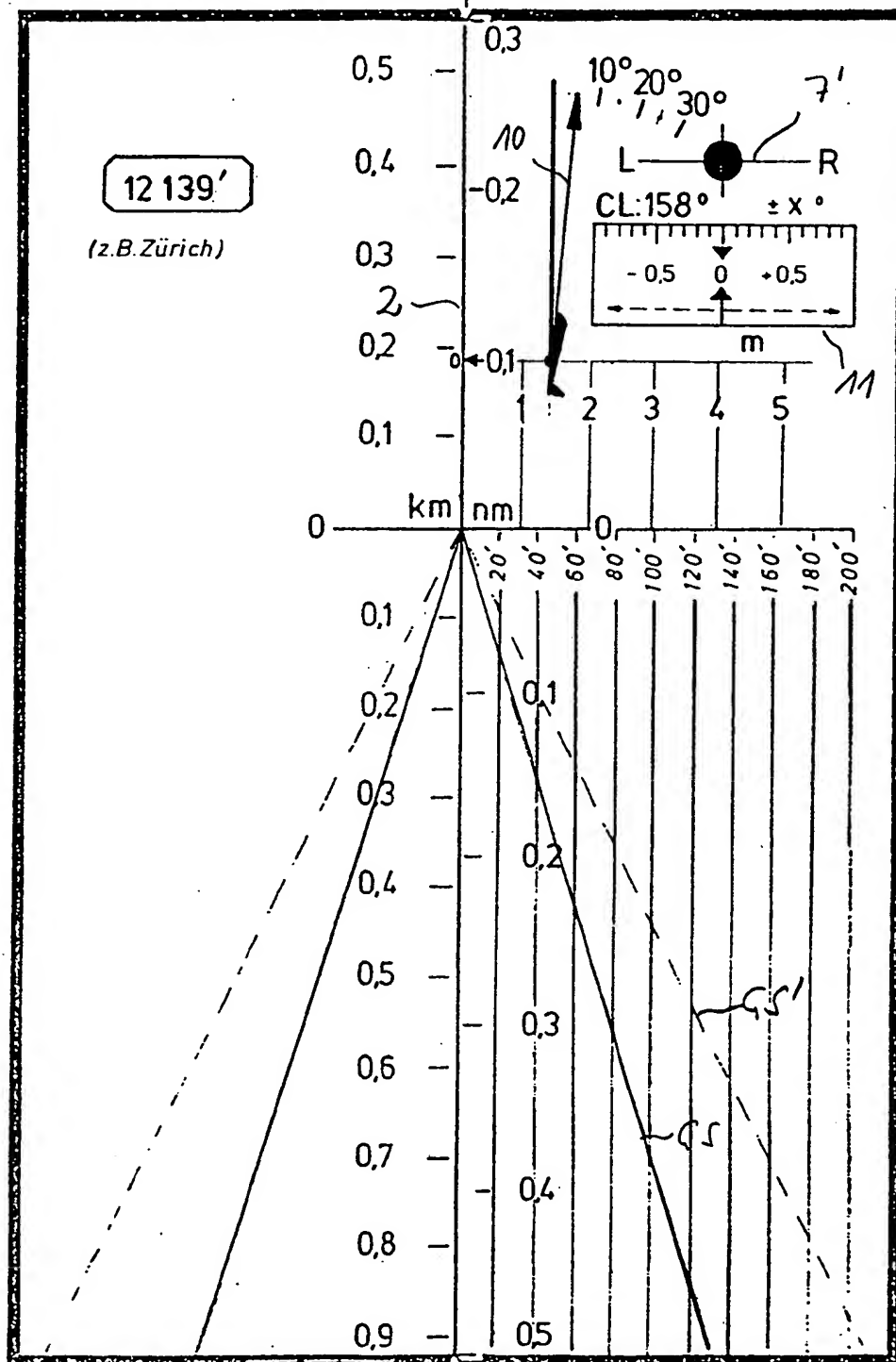


Fig. 8

Zürich

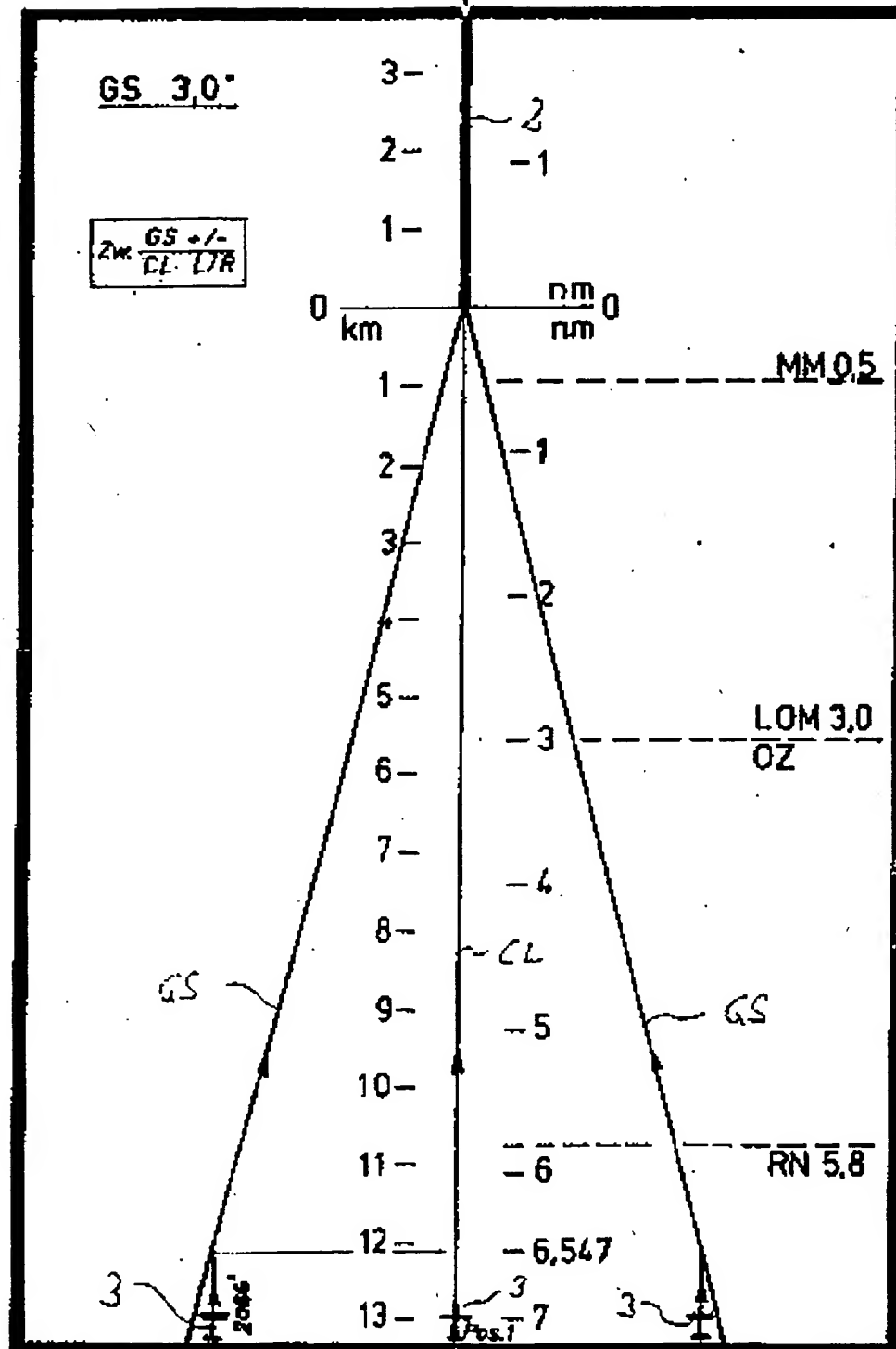


Fig. 1

24-12-88

3546116

2/8

Zürich

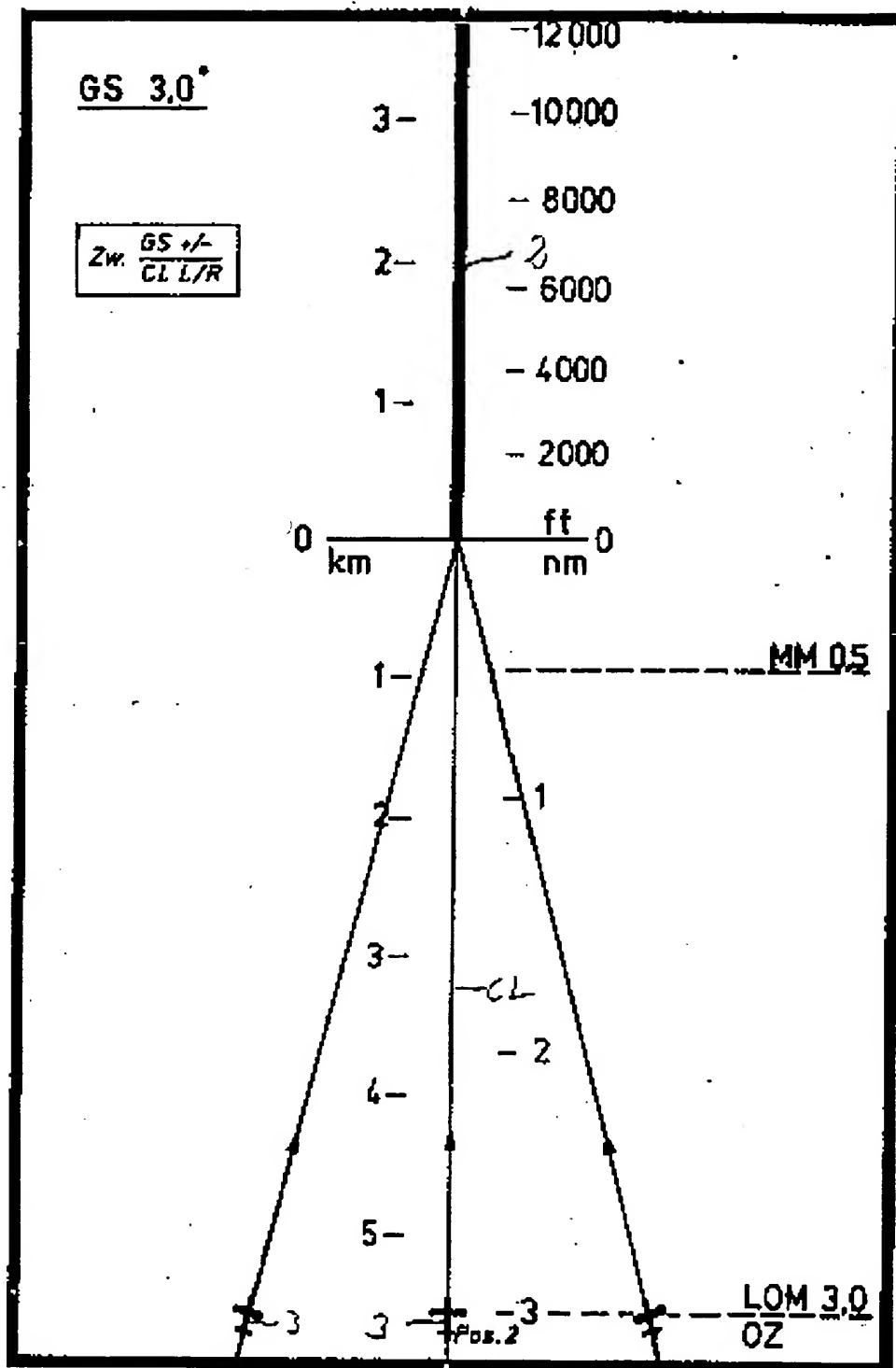


Fig. 2

24 12 00

3/8

Zürich

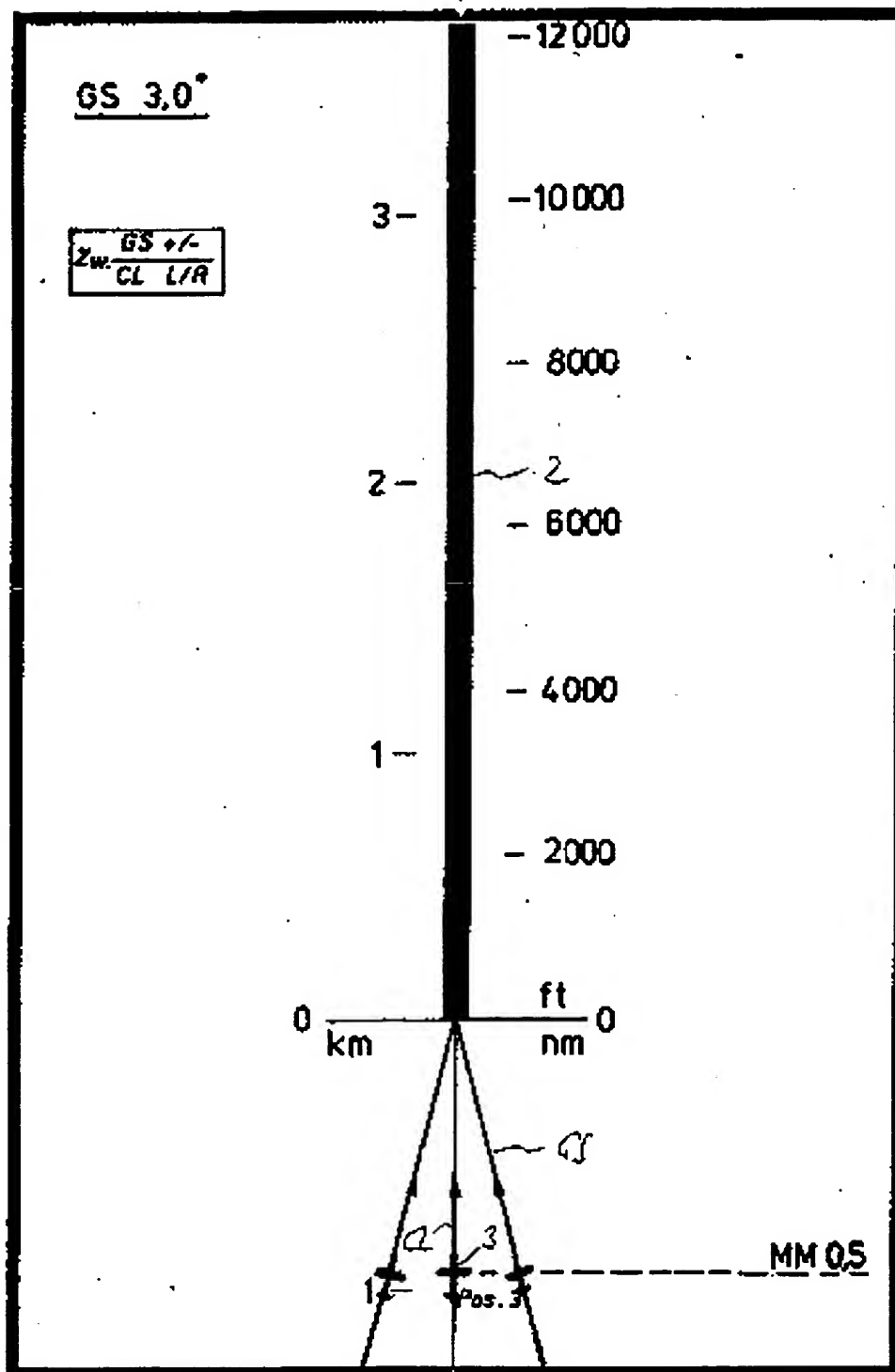


Fig. 3

24-12-85

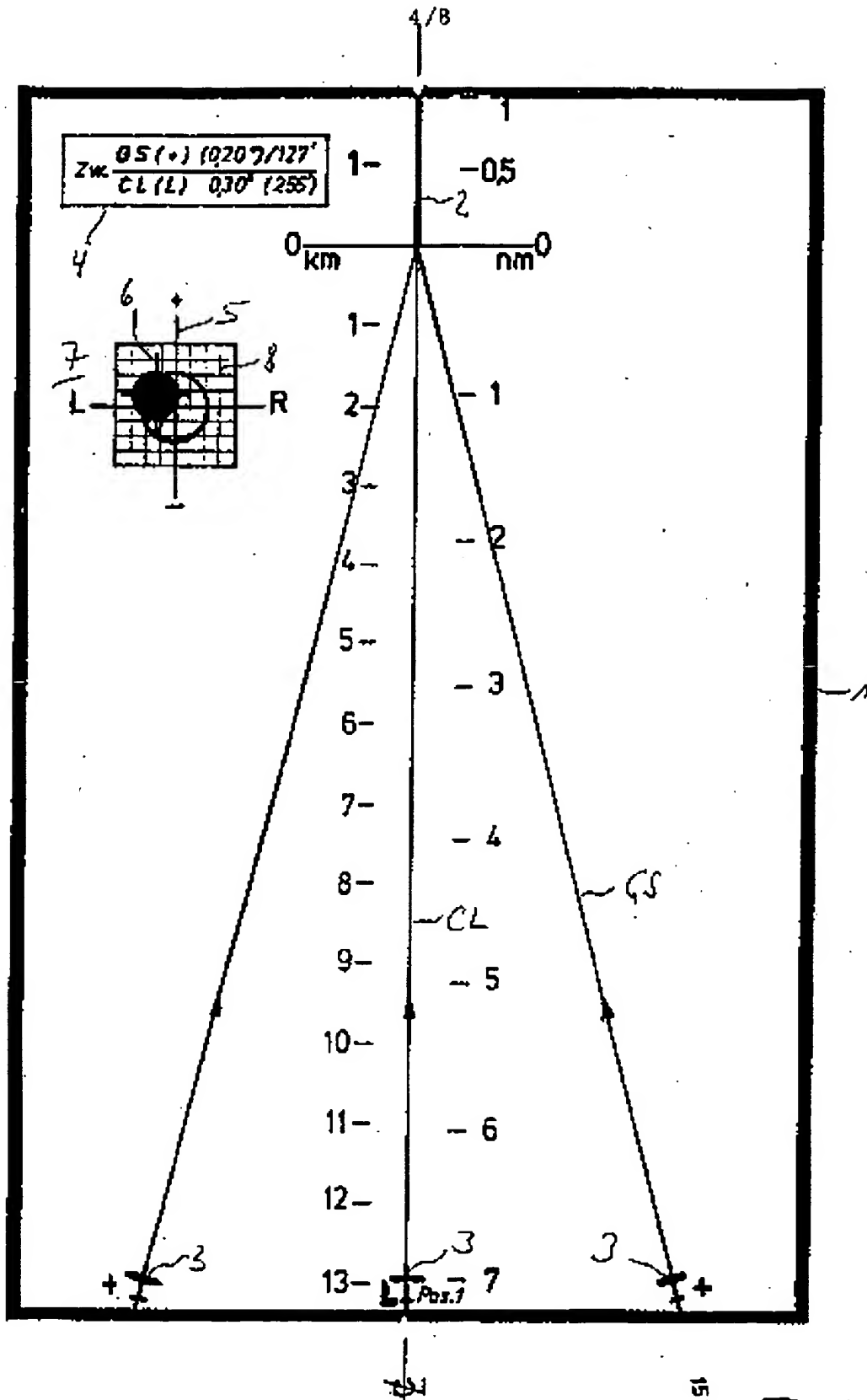
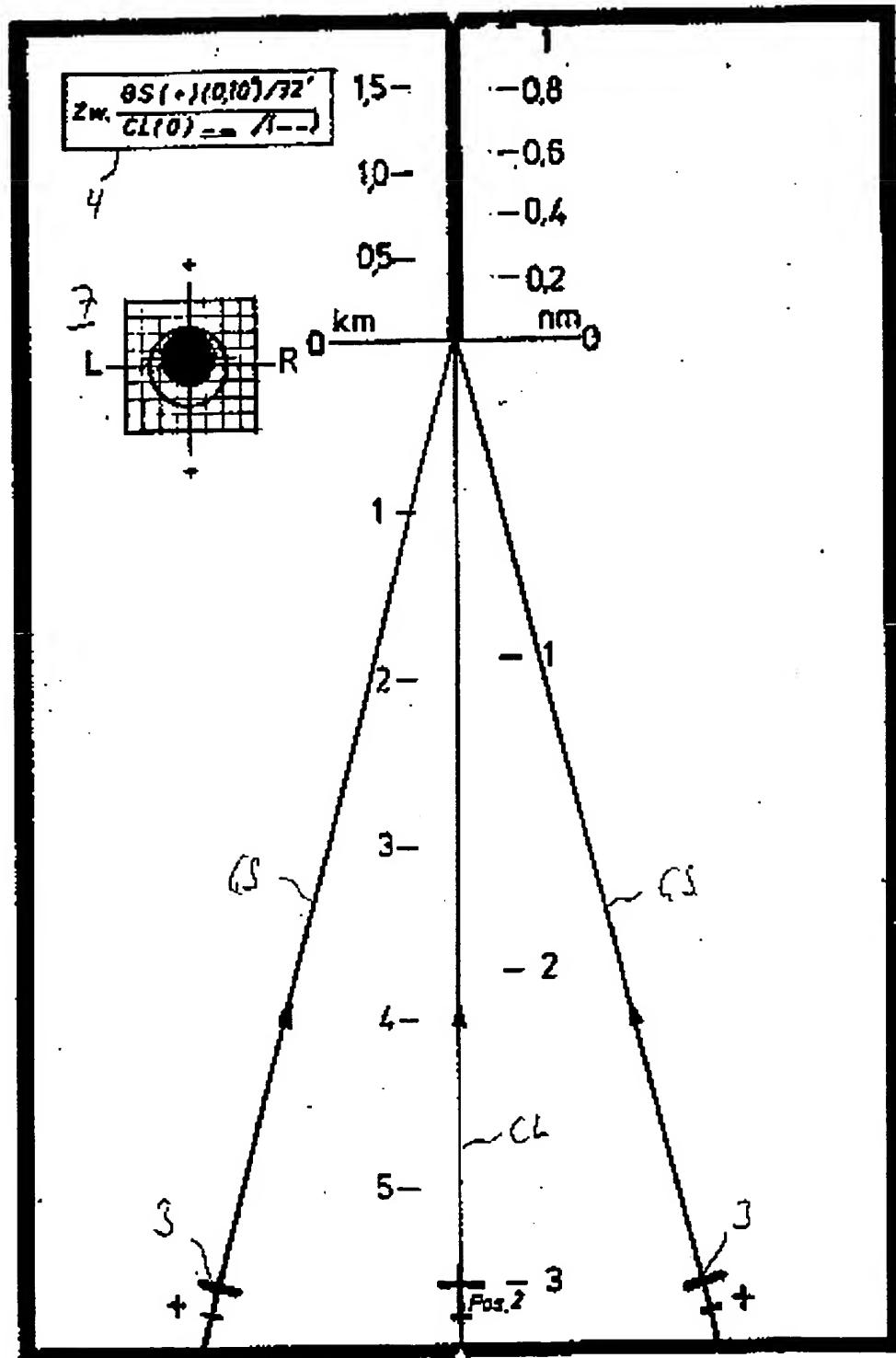


Fig. 4

27 12 03

5/8

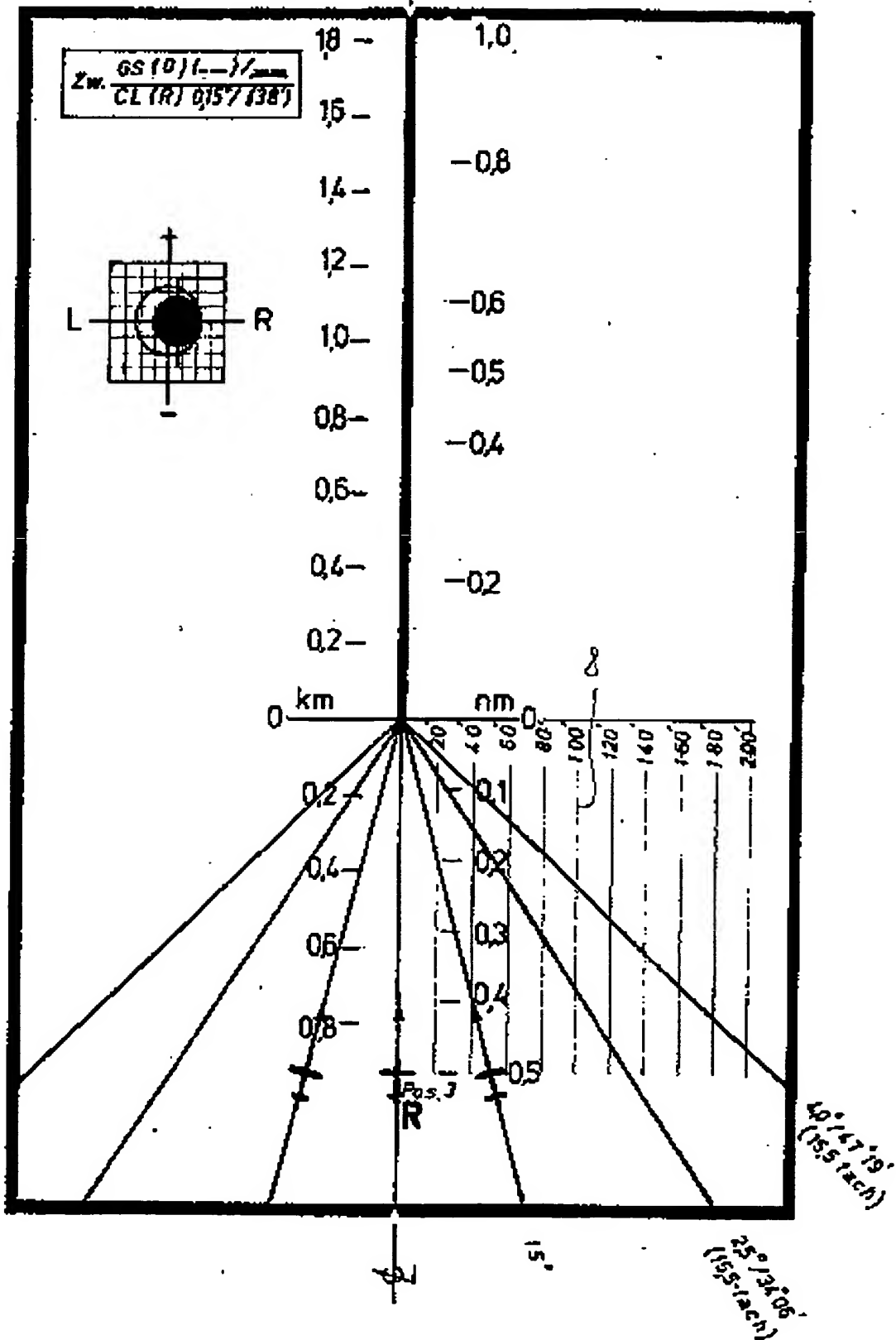


ORIGINAL INCLUDED

24-12-85

3546116

6/8



778

z.B. Zürich

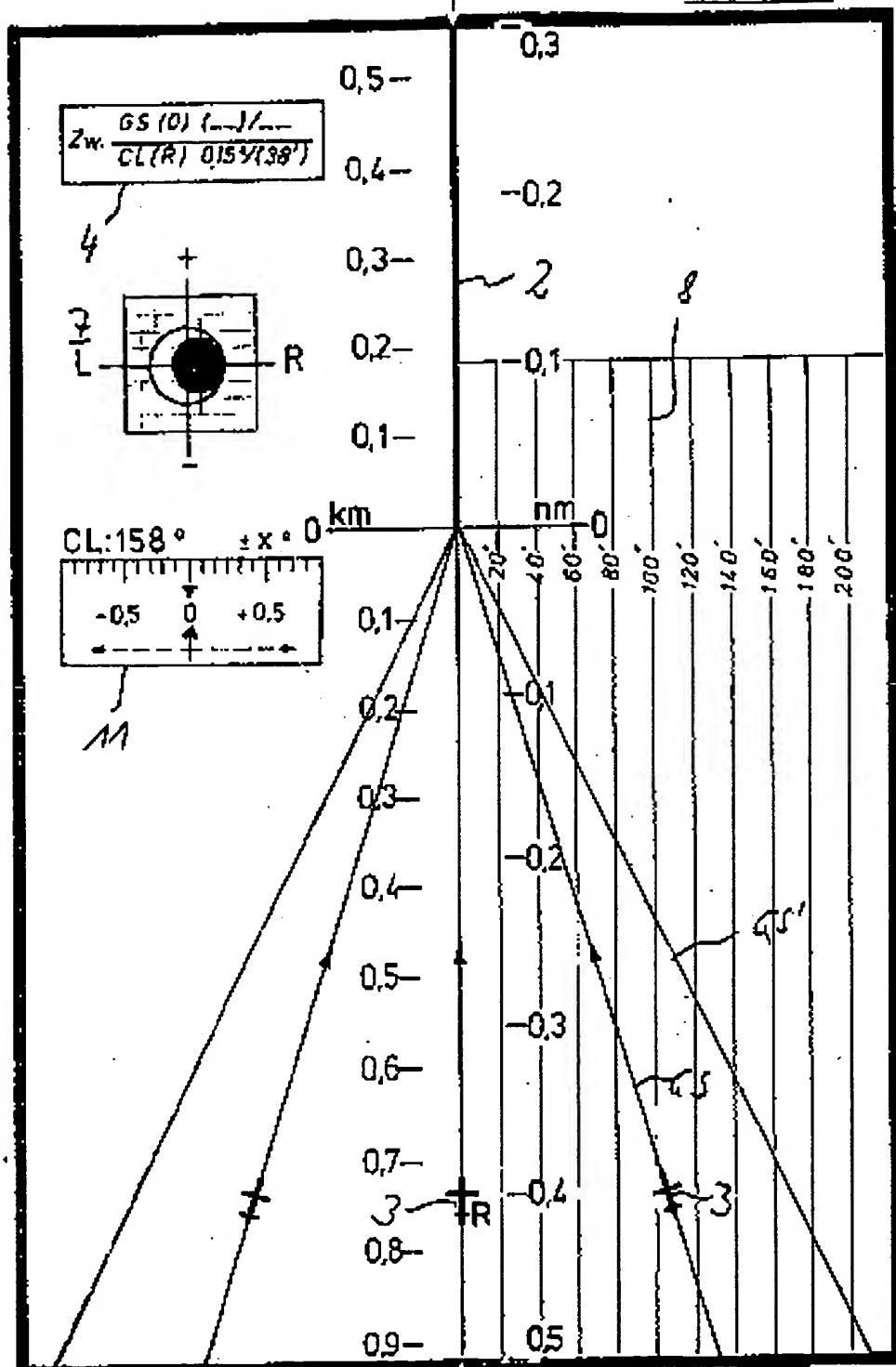


Fig 7

ORIGINAL INSPECTED

24-10-85

3548116

8/8

z.B. Zürich

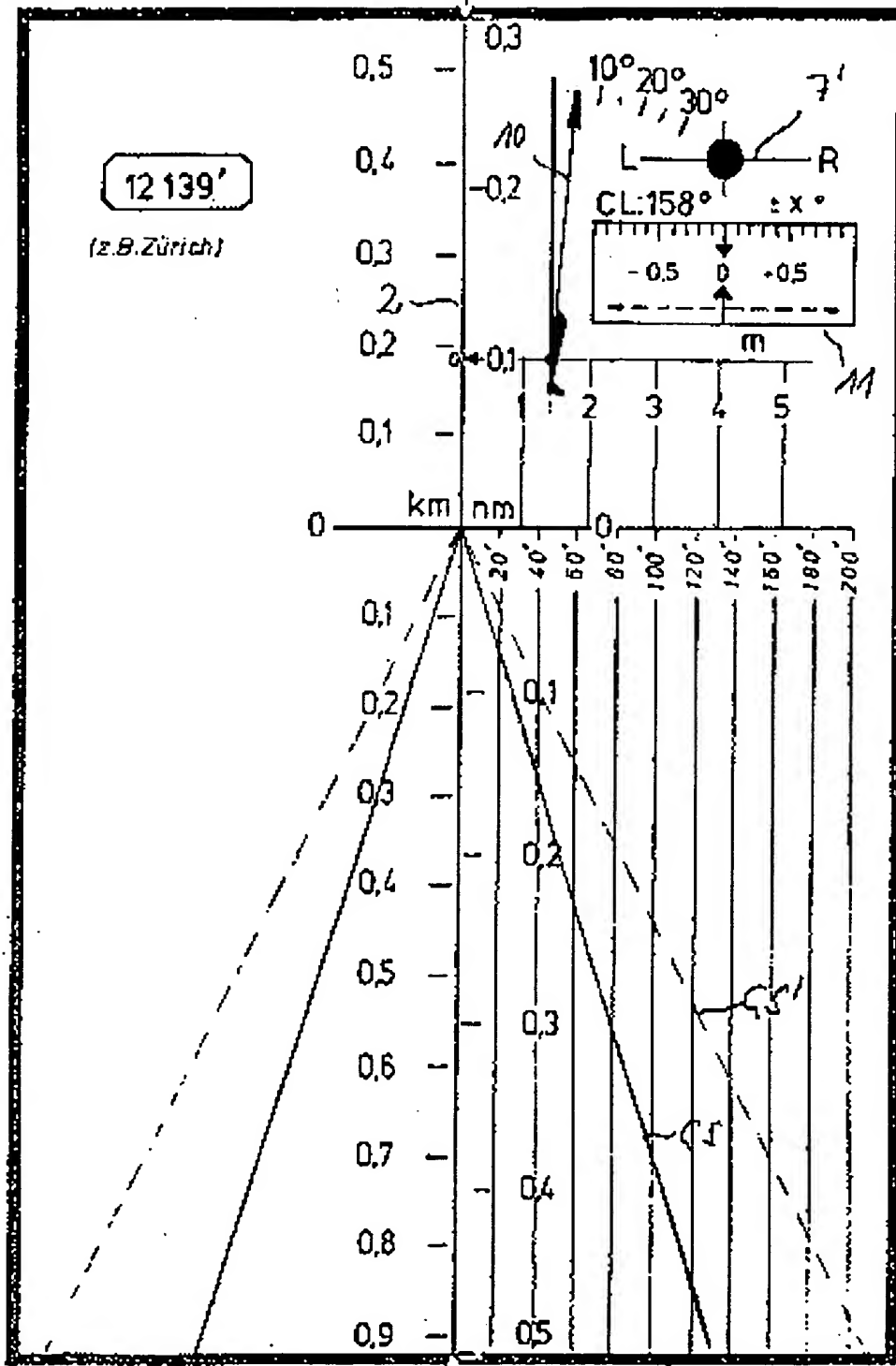


Fig. 8

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.